

**OKTABR
2026**



ZAMONAVIY TA'LIMDA ISLOHOTLAR VA TEXNIK TAFAKKUR ilmiy jurnali

I-QISM, 2-SON
e-ISSN: 3162-1686



+998 90-067-67-57
O'zbekiston
www.texniktafakkur.com





“ZAMONAVIY TA'LIMDA ISLOHOTLAR VA TEXNIK TAFAKKUR”

ilmiy jurnali

Mazkur ilmiy to'plamda “Zamonaviy ta'limda islohotlar va texnik tafakkur” ilmiy jurnaliga taqdim etilgan ilmiy maqolalar, tezislar hamda ilmiy-tadqiqot natijalari o'rin olgan. Jurnal zamonaviy ta'lim tizimini rivojlantirish, ta'lim jarayoniga innovatsion pedagogik va axborot texnologiyalarini joriy etish, ta'lim mazmuni va metodlarini takomillashtirish, shuningdek, pedagogika, texnika va muhandislik yo'nalishlarining o'zaro integratsiyasini rivojlantirishga qaratilgan ilmiy izlanishlarni yoritishga ixtisoslashgan.

Nashrda ta'lim va tarbiya jarayonining nazariy hamda amaliy masalalari, zamonaviy pedagogik texnologiyalar, raqamli va innovatsion ta'lim, muhandislik va texnik ta'limni rivojlantirish, fanlararo integratsiya, texnik tafakkurni shakllantirish, ta'lim jarayonini loyihalashtirish va takomillashtirish, shuningdek, mazkur sohalaridagi dolzarb ilmiy-metodik muammolarning yechimlariga bag'ishlangan tadqiqotlar o'rin oladi.

MUALLIFLAR E'TIBORIGA:

To'plamga kiritilgan ilmiy maqola va tezislarda keltirilgan statistik ma'lumotlar, ilmiy faktlar, raqamli ko'rsatkichlar, natijalar, iqtiboslar, bibliografik ma'lumotlar hamda boshqa axborotlarning haqqoniyligi va ishonchliligi uchun mualliflar shaxsan mas'ul hisoblanadi.

Maqolalarda foydalanilgan manbalarga havolalarning to'g'ri rasmiylashtirilishi, iqtiboslarning mazmunan va bibliografik jihatdan aniqligi, shuningdek, mualliflik huquqi talablariga rioya etilishi mualliflarning zimmasidadir.

Tahririyat tomonidan taqdim etilgan materiallarning ilmiy-uslubiy va texnik talablarga muvofiqligi ko'rib chiqiladi. Biroq maqolalarda bayon etilgan ilmiy qarashlar, xulosalar va tavsiyalar uchun mas'uliyat bevosita mualliflarga tegishlidir.

I-QISM, 2-SON

2026





ZAMONAVIY TA'LIMDA ISLOHOTLAR & TEXNIK TAFAKKUR

Bosh muharrir:

Z.Sh. To'xtayeva

Bosh muharrir o'rinbosari:

V.E. Ubaydova

Mas'ul kotib:

M.B. Obloqulova

Tahririyat hay'ati:

Q.T. Olimov, p.f.d., professor,

S.G'. Siddiqova, PhD, professor,

U.A. O'rinov, DSc, professor,

S.Dj. Muxamedjanova, DSc, professor,

F.R. Muradova, DSc, professor,

F.B. Ismoilov, PhD, dotsent,

Sh.H. Behbudov, DSc, dotsent,

G.I. Temirova, PhD, dotsent,

F.A. Qurbonov, t.t.n.n dotsent,

B.B. Toirov, t.f.n., dotsent,

D.D. Baratov, PhD, dotsent,

S.H. Fayziyev, t.f.f.d., dotsent,

N.S. Shodiyev, p.f.f.d., dotsent,

M.A. Aripjanova, p.f.f.d., dotsent

Yuqorida keltirilgan tahririyat jamoasi a'zolarining to'liq ro'yxati
https://texniktafakkur.com/tp/en/editorial_team manzilida keltirilgan.

Tahririyat jamoasi a'zolarining tarkibini o'zgartirish hamda qo'shimcha kiritish yoki tahririyat a'zolidan chiqarish muassis boshchiligidagi amalga oshiriladi.

© Materiallar ko'chirib olingan yoki chop etilganda "Zamonaviy ta'limda islohotlar va texnik tafakkur" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda chop etilgan va e'lon qilingan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflarning o'zlari ma'sul hisoblanadi. Tahririyat fikri har doim ham mualliflar fikriga mos kelmasligi mumkin.

Jurnal yilda 12 marotaba to'plam sifatida chop etiladi. To'plam mualliflarga elektron shaklda taqdim etiladi.

"Zamonaviy ta'limda islohotlar va texnik tafakkur" ilmiy jurnali
15.09.2026-yildan boshlab O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№ C-5669338845379 reyestr raqami tartibi bilan ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №1852266.





MUNDARIJA

Atajanov Otajon Yuldoshevich, AMALIY TAJRIBALAR ASOSIDA TALABALARNING TAHLILIY VA DIAGNOSTIK KO'NIKMALARINI SHAKLLANTIRISH METODIKASI	10
Tosheva Gulnora Djurayevna, DIZAYNERLIK QOBILIYATI' TUSHUNCHASINING PEDAGOGIK-PSIXOLOGIK MAZMUNI, TUZILISHI VA FUNKSIONAL XUSUSIYATLARI	17
Sayidaxmedov Ravshan Rajabovich, TALABALARNING TADQIQOT KO'NIKMALARINI BAHOLASHNING MEZONLI-DIAGNOSTIK MODEL	25
Xudayberdiyev Erkin Umedovich, STANDARTLASHTIRISH VA METROLOGIK NAZORAT SOHASIDA HUQUQIY KOMPETENSIYALARNI SHAKLLANTIRISH PEDAGOGIK MUAMMO SIFATIDA	33
Qosimov Fazliddin Tolibovich, YARIMO'TKAZGICHLARNING ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARDAGI O'RNI VA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI	41
Bafoev Asliddin, Ahmadova Garanfil, Mavlonov Shohrukh, SYNTHESIS AND APPLICATION OF PET-DERIVED HYDROGEL ADSORBENTS FOR EFFICIENT TREATMENT OF DYE-CONTAMINATED WATER	46
Bafoev Asliddin, Ahmadova Garanfil, Mavlonov Shohrukh, SYNTHESIS AND APPLICATION OF PET-DERIVED HYDROGEL ADSORBENTS FOR EFFICIENT TREATMENT OF DYE-CONTAMINATED WATER	46
Umedova Ma'mura Nasillo qizi, SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH ORQALI O'QUVCHILARNING KREATIV TAFAKKURINI RIVOJLANTIRISH	60
Shukrulloeva M.B., RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA IJTIMOYIY FAOLLIK VA KOMMUNIKATIV KOMPETENSIYALARNI RIVOJLANTIRISHNING XALQARO TAJRIBASI	66
Sharipov Q.Q., Bekov Bekzod Doniyorovich, QATLAM SUVI pH QIYMATINING GAZNI QAYTA ISHLASH ZAVODI APPARAT VA SIG'IMLARI KORROZIYASIGA TA'SIRI VA KOMPLEKS HIMOYA CHORALARI	83
Hamidova Nozima Sirojiddin qizi, Temirova Matlab Ibodovna, ISHLATILGAN O'SIMLIK YOG'LARINI KIMYOVIY QAYTA ISHLASH ASOSIDA QO'SHIMCHA QIYMATLI MAHSULOTLAR OLISH	93
Muzrabova Feruza Shuxrat qizi, INKLYUZIV SINFLARDA O'QUVCHILARNING IJTIMOYIY INTEGRATSIYASINI TA'MINLASHNING PEDAGOGIK MEXANIZMLARI	99
Sayfiddinov Javlon Bahriddin o'g'li, HUDUDIY IQTISODIYOTNI RIVOJLANTIRISHDA YASHIL MOLİYALASHTIRISH VA INVESTITSIYA MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	108
Yuldashev G'ulomjon, Qosimov Bekzod Ulug'bek o'g'li, KARKIDON SUV OMBORI HAVZASI TUPROQLARINING LANDSHAFT-GEOKIMYOVIY KATENA MODEL VA ELEMENTLAR MIGRATSIYASI QONUNIYATLARI	114
Kamol Akbarov, 1928–1929-YILLARDA QASHQADARYO OKRUGIDA O'TKAZILGAN YER-SUV ISLOHOTI VA UNING AHOLINING IJTIMOYIY HAYOTIGA TA'SIRI	120
Mansurov D.U, Oydinova Z.R, BIOCHAGA (CHAGA, INONOTUS OBLIQUUS) SUVLI EKSTRAKTINING SICHQON KOLOREKTAL KARSINOMASI (CT26) VA FIBROBLAST (L929) HUYAYRA LINIYALARIGA IN VITRO SITOTOKSIK TA'SIRI	124





Shermatova Xurshida, HAYVONLAR VA HASHAROTLARDAGI AQLIY QOBILIYAT UYG'UNLIGI	131
Паноев Э.Р, Г.Д.Нурназарова., Салимов Х.О., ПРОИЗВОДСТВО БИТУМНОЙ МАСТИКИ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ	136
I.R.Goziyev. Umaraliyev.N, TERMOLIZ VA PIROLIZ REJIMIDA ISHLAYDIGAN GAZ GENERATORINI AVTOMATIK BOSHQARISH UCHUN MIKROPROTSESSOR TIZIMINI YARATISH.....	143
To'xtaraliyev Sohibjon Murodjon o'g'li, Xolmatov D.S., FOSFORIT SHLAMIDAN KLINKER USULDA EKSTRAKSION FOSFAT KISLOTA OLIISHDA SULFAT KISLOTASI ME'YORI VA KONSENTRATSIYASINING TA'SIRI	152
F.M.Karomov, H.Salimov, E.R.Panoyev, Sh.U.Axmedova, MAHALLIY XOMASHYOLAR ASOSIDA YUQORI HARORATGA CHIDAMLI KORROZIYA INGIBITORINI SINTEZ QILISH VA TADQIQ ETISH	161
Temurxo'ja Alisher o'g'li Shodmanov, XORIJLIKLARGA O'ZBEK TILINI ONLAYN O'QITISHDA LINGVOMADANIY YONDASHUV VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR	164
Maxkamov Ilhomjon Turdaliyevich, Aminjonova Mushtariyxon Sherzodbek qizi, ADAPTIV MOBIL TA'LIM ILOVALARINING TA'LIM SAMARADORLIGIGA TA'SIRINI BAHOLASH	168
Аминова Мохирахон Мўминжон қизи, НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	172
Dustova Gulnoza Ashurovna, TEXNIK OLIY TA'LIMDA FANLARARO INTEGRATSIYA TUSHUNCHASINING PEDAGOGIK MAZMUNI VA RIVOJLANTIRISH TENDENSIYALARI	178
Turdimurodova Ma'suma Mamarajab qizi, O'ZBEKISTONNING SHO'RLANGAN TUPROQLARIDA O'SADIGAN O'SIMLIKLARNING FIZIOLOGIK – BOKIMYOVIY MOSLANISH MEKANIZMLARINI TADQIQ QILISH.....	183
Hasanov Hakimjon Xalil o'g'li, SHARQ MUTAFAKKIRLARI (FOROBIY, BERUNIY, IBN SINO) ASARLARIDAGI TA'LIMIY G'OYALARNING PEDAGOGIK TAHLILI	191
Ergashev Asadbek Ulug'bek o'g'li, MEVA-SABZAVOTLARNI QAYTA ISHLAB CHIQRISHDA IKKILAMCHI RESURSLARDAN SAMARALI FOYDALANISH	199
Jo'rayeva Yoqutxon A'zamxo'ja qizi, BOLALARDA UZI-NAZORAT OSTIDA REGIONAR BLOKADALAR VA OPERATSIYADAN KEYINGI OG'RIQNI DAVOLASH	207
Sharipov Akbarshox Sanjarovich, NEFT-GAZ SOHASINING OBYEKTLARINI METROLOGIK NAZORAT QILISH USLUBIYOTI	215
Xakimova Zulfiyaxon Mehmonaliyevna, IJODIY ISH VA LOYIHA ISHI – TAFAKKURNI O'STIRISH VOSITASI	222
Shukurova Ozoda Odil qizi, KONSIGNATSIYA ASOSIDA SHAXSIY PLATFORMALARDA XIZMAT KO'RSATISH TARTIBI VA SHARTLARI	227
Xakimova Zulfiyaxon Mehmonaliyevna, IJODIY ISHLARNI TASHKIL ETISHDA PSIXOLOGIK VA PEDAGOGIK IMKONIYATLAR.....	232
Allayarova Nilufar Sherali qizi, TABIIY OFATLAR OQIBATLARINI BARTARAF ETISHNING RAQAMLI-MOLIYAVIY MEKANIZMLARI VA XALQARO TAJRIBA	236
Rasulov Inom Mo'ydinovich, Usmanova Gulnoza Xamdamonovna, RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA TA'LIM TIZIMINI BOSHQARISHNING PEDAGOGIK-METODOLOGIK MUAMMOLARI VA MODEL.....	242





Nurullayev Mirxon Muhammadovich, AGENTLI SI TIZIMLARIDA AXBOROT OQIMLARINING UMUMLASHGAN SXEMASI VA MANBALARNING KO'P O'LCHOVLI ISHONCH PROFILI TASNIFI.....	245
A.Isashov, N.Yunusaliyev, SUV RESURLARINI BOSHQARISH VA ULARDAN SAMARALI FOYDALANISH MUAMMOLARI.....	257
Yo'ldosheva Dilrabo Sobir qizi, OLIY TA'LIM JARAYONIDA TALABALARNING MUSTAQIL TA'LIM FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISHNING PEDAGOGIK SHART-SHAROITLARI.....	260
Nurmurodova Yulduz Bazarovna, O'ZBEKISTONDA JOYLASHGAN TARIXIY MAHALLA MARKAZLARINI QAYTA QURISH TAMOYILLARINI ISHLAB CHIQISH.....	271
Ismailova Gulnoza Odiljon qizi, EDGAR ALLAN POE HAMDA WASHINGTON IRVING ASARLARI: XIX ASR AMERIKA ADABIYOTIDA SHARQ VA ISLOM OBRAZLARINING POETIK TRANSFORMATSIYASI.....	278
Xaydarov Sayfulloh Nodirjon o'g'li, KROSS YUGURISHDA CHIDAMLILIKNI OSHIRISH UCHUN INNOVATSION YONDASHUVLAR VA ULARNING SAMARADORLIGI.....	285
Aminova Mohiraxon Mo'minjon qizi, FROM INDUSTRIAL SULFUR RESIDUES TO RELIABLE CROP PROTECTION: FEEDSTOCK QUALIFICATION, FORMULATION CONSISTENCY AND FIELD VALIDATION.....	295
Khudaybergan Abdullayev, RING-TO-DROPLET TRANSITION IN A TWO-DIMENSIONAL DIPOLAR BOSE-EINSTEIN CONDENSATE: A GROUND-STATE SCAN WITH GPELAB.....	301
Xazratqulova Irodaxon Zokirjon qizi, ISHQORIY YER METALLARI MAVZUSINI O'QITISHDA ILG'OR TA'LIM TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH.....	308
Шодиева Муаттар Салом кизи, ФОРМИРОВАНИЕ РУССКОЯЗЫЧНОГО ЛЕКСИКОНА У ДЕТЕЙ-БИЛИНГВОВ: МЕХАНИЗМЫ, ФАКТОРЫ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ.....	313
Ubaydova V.E., Abbosova M.O., TRANSFORMATSIYA ELEMENTLARINI QO'LLAB KIYIMLARNI LOYIHALASHNING O'ZIGA XOS QONUNIYATLARI.....	320
S.Z.Ibodullayeva, BO'LAJAK PEDAGOGLARNING KASBIY KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISHNING PEDAGOGIK SHART SHAROITLARI.....	325
Xazratqulova Iroda Zokirjon qizi, Maxkamov Ravshan Raximovich, AROMATIK KARBON KISLOTALARINING SIRT FAOL HOSILALARINI SINTEZ QILISH, STRUKTURA-SPEKTRAL TAVSIFI VA KOLLOID-KIMYOVIY XOSSALARINI O'RGANISH.....	331
Qurbonov Elmurod Botiraliyevich, SADOQAT KONSEPTINING JAMIYAT VA SHAXS MUNOSABATLARIDAGI PRAGMATIK IFODASI (ODIL YOQUBOV ASALARI MISOLIDA).....	335
Shukurova Ozoda Odil qizi, RAQAMLI PLATFORMALARNING XIZMAT KO'RSATISH SHARTNOMALARIDAGI FUQAROLIK-HUQUQIY MAQOMI: VOSITACHI YOKI SHARTNOMA TARAFI.....	339
Jo'rayeva Maxfuza Erkinovna, SIYOSIY DISKURSNING SUN'IY INTELLEKT (AI) YORDAMIDA TADQIQI.....	345
Yaminov Feruzjon Fayzullo o'g'li, XORIJIY NEFT-GAZ TA'LIMI TAJRIBASIDA KASBIY KOMPETENSIYALARNI RIVOJLANTIRISH MODELLARI VA ULARNI O'ZBEKISTON TA'LIM TIZIMIGA MOSLASHTIRISH IMKONIYATLARI.....	350
Shirinov Feruzbek Shuxratovich, Maxmudov Jamshid Shuxratovich, OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA MAGISTRLIK DISSERTATSIYALARINI TAYYORLASH JARAYONINI RAQAMLASHTIRISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI.....	360
Qobilova Dildora Odilboyevna, METEOPARAMETRLAR DINAMIKASI VA MURAKKAB OROGRAFIYA SHAROITIDA ZAHARLI ARALASHMALARNING ATMOSFERADA	



TARQALISHINI MATEMATIK MODELASHTIRISHNING NAZARIY VA USLUBIY ASOSLARI: ILMIY ADABIYOTLAR TAHLILI	364
Арслонхонов Косимхон Азиз угли, Арслонхонова Гулнара Давронбек кизи, ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНОВЫХ РУД	381
Abduvossiyev Asadbek Abdusaid o'g'li, INTELLEKTUAL BOSIM O'ZGARTIRGICHLARIDA DINAMIK XATOLIKLARNI KOMPENSATSIYA QILISH VA O'LCHASH NOANIQLIGINI BAHOLASH	391
Xaydarova Ziyodaxon Azimjon qizi, NOCHIZIQLI GIPERBOLIK SISTEMALAR UCHUN LYAPUNOV MA'NOSIDA TURG'UN OQIMGA QARSHI PARCHALANUVCHI AYIRMALI SXEMA	397
Feruz Yuldashev, O'ZBEKISTONDA DAVLAT VA XUSUSIY OLIY TA'LIM MUASSASALARI TADBIRKORLIK IMKONIYATLARINING MOLIVAVIY SALOHİYATI VA RAQOBAT HOLATINING QIYOSIY EKONOMETRIK TAHLILI	405
Jurayev Vays Narzullayevich, Abduqahhorov Abdurohman Xasan o'g'li, Botirjonova Mexruza Maqsud qizi, O'ng'arov Jaloliddin Faxriddin o'g'li, KO'MIRNI KOKSLASH JARAYONIDA OLTINGUGURT BIRIKMALARINING O'ZGARISHI VA KAM OLTINGUGURTLI METALLURGIK KOKS OLIŞ IMKONIYATLARI	413
Qosimov Oybek Abdumannon o'g'li, GIBRID SHAMOL QUYOSH ELEKTR STANSIYALARINING CHASTOTANI ROSTLASH QOBILIYATINI OSHIRISH	419
Qurbonova Feruza Murod qizi, BANKLARNING RAQAMLI XIZMATLARIDA UZLUKSIZLIK VA TEXNIK BARQARORLIKNI TA'MINLASHNING TASHKILIY-IQTISODIY MEXANIZMLARI	426
Teshaboyev Rivojiddin Ibrohimjon o'g'li, MOYLI KUCH TRANSFORMATORLARINING TEXNIK HOLATINI CHASTOTA TAVSIFI (FRA) ASOSIDA DIAGNOSTIKA QILISH..	439
Shirinov Feruzbek Shuxratovich, Jòraqòziyeva Durdonaxon Davronjon qizi, KOMPYUTER TIZIMLARIDA DASTURIY TA'MINOT UNUMDORLIGINI OSHIRISH USULLARI	445
Турсунбаева Диёра Носиржон кизи, МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ЛИТЕРАТУРЫ В НАЦИОНАЛЬНЫХ КЛАССАХ (НА ПРИМЕРЕ СТАРШИХ КЛАССОВ)	449
Eshonqulov Shahzod Ravshan o'g'li, DASTURLASH VA AVTOMATLASHTIRISH (PYTHON) ASOSIDA TALABALARDA TEXNIK TAFAKKURNI SHAKLLANTIRISH METODIKASI	458
Ismatov Baxtiyor Axmad o'g'li, Lutfullaev Sa'dulla Shukurovich, "UZBEKISTAN GTL" MCHJ MINERAL FRAKSIYALARINI TAVSIFLASH VA SINOVDAN O'TKAZISH	465
С. М. Васина, С. У. Насимова, ЭКСТРАКЦИОННЫЕ МЕТОДЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ	482
Soibov Johongir Ergash o'g'li, SANOAT KORXONALARIDA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING ZAMONAVIY USULLARI VA JAHON TAJRIBASI TAHLILI	492
Худайбердиева Махлиё Абдукаххоровна, ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТКАНИ ПУТЁМ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ТКАЦКОГО СТАНКА	496
Shukurova Ozoda Odil qizi, RAQAMLI PLATFORMALARDA XIZMAT KO'RSATISH SHARTNOMALARI BO'YICHA JAVOBGARLIKNI TAQSIMLASHNING FUQAROLIK-HUQUQIY MUAMMOLARI	501
Ko'chiboyev Alim Ixtiyor o'g'li, IOT QURILMALARIDA AMNESIA ZAIFLIKLARINI ANIQLASH VA BARTARAF ETISH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH	509





Makhliyo Abdukahorovna Xudayberdiyeva, EXPERIMENTAL EVIDENCE AND METHODOLOGICAL ASSESSMENT OF MECHANISMS ENSURING STABLE FABRIC FORMATION IN WEAVING LOOMS.....	521
Gulrux Xudoyorova, ABDULLA ORIPOV SHE'RIYATIDA BADIY TAFAKKURNING IJTIMOY VAZIFASI	525
Шамшидинов И.Т., Абдуллаев А.Н., Нажмиддинов Р.Ю., Кузибаев Ф.Т., Боситов М.А., Рахимжонов А.Ғ., ФТОР ВА СУЛЬФАТ ҚЎШИМЧАЛАРИДАН ТОЗАЛАНГАН ЭКСТРАКЦИОН ФОСФАТ КИСЛОТА АСОСИДА ЮҚОРИ СИФАТЛИ ОДДИЙ ФОСФОРЛИ ЎҒИТ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ	529
Олимова Мафтуна Баходир кизи, КОНЦЕПЦИЯ ЛИЧНОСТИ, СВОБОДЫ И ПРАВСТВЕННОГО ВЫБОРА В РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ XIX–XX ВЕКОВ: Ф. М. ДОСТОЕВСКИЙ, Л. Н. ТОЛСТОЙ И М. А. БУЛГАКОВ.....	533
To'xtaraliyev Sohibjon Murodjon o'g'li, Kolmatov Dilshod Sottorjonovich, SANOAT TEXNOLOGIK JARAYONLARIDA HOSIL BO'LADIGAN CHANGLI GAZLARNI TOZALASH USULLARINING QIYOSIY TAHLILI VA QURILMALARNI TAKOMILLASHTIRISH ISTIQBOLLARI.....	540
Sayfidinova Zarina Nabijon qiz, XVI–XIX ASRLARDA O'RTA OSIYODA AYOLLARNING IJTIMOY-MADANIY HAYOTDAGI O'RNI: YOZMA VA HUJJATLI MANBALAR ASOSIDA.....	546
Nafosat Rakhmonova Nasim kizi, THE ROLE AND STRATEGIC PROSPECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DEVELOPING TOURISM IN UZBEKISTAN	552
Yusupova Nasiba Qobuljonovna, EKISH MUDDATLARI VA ME'YORLARI ARPANING FENOLOGIK RIVOJLANISH DAVRLARIGA TA'SIRI	556
Eshtuxtartova Shodiyona Abdizokir qizi, POLIMER MODDALARNING OPTIK XUSUSIYATINI O'RGANISH.....	560
Nizomiddin G'ulomov, DADAXO'JA SOTTIXO'JAYEVNING IJROCHILIK TALQINI XUSUSIDA.....	565
Berdiyeva Mohira Nurali qizi, MAHALLIY XOMASHYOLAR VA MODIFIKATSIYALANGAN GIPS BOG'LOVCHILARI ASOSIDA G'OVAKLI NAMLIKKA CHIDAMLI DEVORBOP MATERIALLAR TARKIBINI VA TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQUISH.....	572
Namazova Luiza Zavqi qizi, SUN'IY INTELLEKT VOSITALARIDAN FOYDALANISHNING TA'LIM SIFATI VA O'QUVCHILAR MUSTAQIL FIKRLASHIGA TA'SIRI.....	577
Ergasheva Zilola Ko'paysin qizi, MILLIY MUSIQA MEROSI ASOSIDA MAKTABGACHA YOSHDAGI BOLALARNING ESTETIK MADANIYATINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI.....	583
Qobilova Dildora Odilboyevna, METEOPARAMETRLAR DINAMIKASINI VA HUDUDNING MURAKKAB OROGRAFIYASINI INOBATGA OLGAN HOLDA ZAHARLI ARALASHMALARNING ATMOSFERADA KO'CHISHINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH	591
Raimov Abdulla, Normurodov Chori Begaliyevich, KO'P CHEGARAVIY QATLAMLI STATSIONAR SINGULYAR QO'ZG'ALGAN TENGLAMALAR UCHUN CHEGARAVIY MASALALARNI SPEKTRAL-TO'R USULI BILAN SONLI MODELLASHTIRISH.....	598
Nurmuhammad Amonov, O'ZBEK VA TURK TILLARI O'RTASIDAGI TARJIMADA SOXTA EKVIVALENTLAR: “IZLEMEK–IZLAMOQ”, “DÜŞÜNMEK–TUSHUNMOQ” VA “BABA–BOBO” BIRLIKLARI TAHLILI.....	603
Hasanov Jamshid Shokir o'g'li, O'SMIRLARDA XAVOTIRLANISHNING O'G'IL VA QIZ BOLALAR XULQ-ATVORIDA NAMOYON BO'LISHI VA GENDER TAFOVUTLAR....	609
J.A. Turakulov, I.R. Juraev, J.Sh. Norkulov, MATHEMATICAL MODELING OF SUSPENSION FILTRATION IN POROUS MEDIA	617



Saidakbarov Jamshid Nematullo o'g'li, HUDUDIIY BANK FAOLIYATINI BOSHQARISHNI TAKOMILLASHTIRISH: RESURS BAZASI VA KREDIT PORTFELI MUVOZANATI (QASHQADARYO VILOYATI MISOLIDA).....	624
Xomidova Mahliyo Akobir qizi, INKLYUZIV TA'LIM MUHITIDA PEDAGOGIK JARAYONNI LOYIHALASHNING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI.....	630
Saidakbarov Jamshid Nematullo o'g'li, MEHNAT RESURSLARINI BOSHQARISH TIZIMIDAGI MUAMMOLAR VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI (O'ZBEKISTON MISOLIDA)	636
Ergashev Ro'zibek Alisher o'g'li, MIS-PORFIR RUDALARINI FLOTATSION BOYITISHDA MAHALLIY XOMASHYO ASOSIDAGI REAGENTLAR KOMBINATSIYASIDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI.....	640
Sh.B. Ashurova, EXCHANGE RATE CHANGES AND REGIONAL EXPORT PERFORMANCE IN UZBEKISTAN	645
Urazova Azadaxan Tursinbayevna, TARJIMASHUNOSLIK MASALALARI	652
Ismoilov Ro'zibek Rajabovich, TOPINAMBUR ILDIZINI EKSTRAKSIYA QILISH JARAYONINING TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI AVTOMATIK NAZORAT QILISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH	656
Axmedova M.U, YOSHLARDA RAHBARLIK SALOHİYATINI SHAKLLANTIRISHDA MA'NAVIY-MA'RIFIY OMILLARNING IJTIMOİY-PSIXOLOGIK XUSUSIYATLARI..	667
Habibova Nasiba Anvarovna, OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA RAQAMLI EKOLOGIK BOSHQARUV TIZIMINI SHAKLLANTIRISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH	671
Ismatullayeva Mo'tabar Xushvaqt qizi, THE EXPRESSION OF LINGUOCULTURAL UNITS IN HINDI AND UZBEK MEDIA TEXTS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF FESTIVAL REPORTAGE IN AMAR UJALA AND KUN.UZ.....	679
Abdullayev Botir Shuxratovich, NASOS AGREGATLARINI AVTOMATLASHTIRISH VA QAROR QABUL QILISH TIZIMLARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	687





NASOS AGREGATLARINI AVTOMATLASHTIRISH VA QAROR QABUL QILISH TIZIMLARINI TAKOMILLASHTIRISH

Abdullayev Botir Shuxratovich¹

¹ “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti “Iqtisodiyot” fakulteti tyutori.

Annotatsiya: Maqolada o‘zgaruvchan suv talabi va gidravlik sharoitda nasos agregatlarini tanlash qarorlarini avtomatik sarf rostdlash bilan muvofiqlashtirish usuli taklif etiladi. Parallel nasoslar guruhi uchun suv balansi, sarf va napor tavsifi hamda elektr quvvati modeli shakllantiriladi. Yuqori boshqarish darajasida agregatlar tarkibi energiya sarfi, sarf topshirig‘i va texnik cheklovlar asosida tanlanadi; quyi darajada texnik jihatdan mos chastotali yuritma PI rostdlagich orqali boshqariladi. Modelni yangilash o‘lchov sifati, parametrlarning aniqlanuvchanligi va fizik chegaralar bilan bog‘lanadi. Birinchi tartibli lokal model uchun yopiq kontur barqarorlik shartlari chiqariladi va rostdlagich parametrlarini yangilashda boshqaruv signalini uzluksiz saqlash ifodasi keltiriladi. Metodik natija boshqarish darajalari o‘rtasidagi signallar, yangilash shartlari va qiyosiy baholash mezonlarini bir tizimda belgilashdan iborat. Energiya samaradorligini tasdiqlash uchun bir xil suv hajmi va bosim talablaridagi hisoblash hamda laboratoriya sinovlari metodikasi beriladi. Tadqiqot nazariy va metodik xususiyatga ega.

Kalit so‘zlar: nasos agregati, avtomatik boshqarish, qaror qabul qilish, matematik model, identifikatsiya, PI rostdlagich, bashoratli boshqarish, solishtirma energiya sarfi.

Аннотация: Предложен метод согласования выбора насосных агрегатов с автоматическим регулированием расхода при изменяющихся гидравлических условиях. Для группы параллельных насосов сформулированы модели водного баланса, напора и электрической мощности. Верхний уровень выбирает состав агрегатов с учетом энергопотребления и технических ограничений, а нижний уровень регулирует расход с помощью ПИ-регулятора и совместимого частотно-регулируемого привода. Обновление модели связано с качеством измерений, идентифицируемостью параметров и физическими ограничениями. Для локальной модели первого порядка получены условия устойчивости замкнутого контура и выражение, сохраняющее непрерывность управляющего сигнала при изменении коэффициентов регулятора. Представлена методика сравнительной оценки при одинаковом объеме подачи воды и требованиях к давлению. Работа носит теоретико-методический характер; количественный эффект требует экспериментальной проверки.

Ключевые слова: насосный агрегат, автоматическое управление, принятие решений, идентификация, ПИ-регулятор, прогнозирующее управление, удельное энергопотребление.

Abstract: This paper proposes a method for coordinating pump selection with automatic flow regulation under changing hydraulic conditions. Water balance, pump head and electrical power models are formulated for a group of parallel pumps. The supervisory level selects the active pump configuration subject to energy and operating constraints, while the lower level regulates





flow using a PI controller and compatible variable-speed drives. Model updates are gated by measurement quality, parameter identifiability and physical bounds. Local closed-loop stability conditions are derived for a first-order plant model, together with an integrator initialization rule that preserves command continuity during controller updates. The methodological contribution specifies the interaction between control levels and the conditions for accepting parameter updates. A comparative validation protocol uses equal delivered water volumes and pressure requirements. Quantitative energy savings require experimental verification.

Keywords: pump unit, automatic control, decision making, system identification, PI controller, predictive control, specific energy consumption.

Kirish. Nasos stansiyasining ish rejimi elektr yuritma tezligi, ishlayotgan agregatlar soni va quvur tarmog'idagi gidravlik sharoit bilan belgilanadi. Suvga talab, manba sathi yoki quvur qarshiligi o'zgarganda avval tanlangan rejim zarur sarfni ortiqcha quvvat sarfi bilan ta'minlashi yoki texnologik talabni bajara olmasligi mumkin. Shu sababli nasosni, yuritmani va quvur tarmog'ini birgalikda tahlil qilish boshqarish tizimini takomillashtirish uchun zarur. Nasos tizimini yaxlit baholash va uning ish nuqtasini tizim tavsifi bilan bog'lash amaliyoti sanoat nasos tizimlari bo'yicha qo'llanmada yoritilgan [1].

Avtomatlashtirishning ikki qarori o'zaro bog'liq: qaysi agregatlar ishlashi va ularning tezligi qanday rostlanishi. Agregat tarkibi almashganda sarf konturining kuchaytirish koeffitsiyenti hamda o'tish jarayoni o'zgaradi. Oldingi rejim uchun tanlangan rostlagich yangi rejimda talab etilgan sifatni bermasligi mumkin. Model parametrlari va rostlagich sozlamalarining nazoratsiz yangilanishi esa qo'shimcha tebranishlarni yuzaga keltirishi mumkin. Qaror qabul qilish darajasi ushbu ta'sirlarni hisobga olishi lozim.

Maqolaning maqsadi nasoslar tarkibini tanlash, modelni yangilash va sarfni avtomatik rostlashni muvofiqlashtiruvchi usulni matematik jihatdan ifodalashdir. Tadqiqot energiya sarfini kamaytirish imkoniyatini suv yetkazib berish talablari bilan birgalikda baholaydi. Asosiy masala zarur sarf va naporni ta'minlaydigan ruxsat etilgan rejimlar orasidan maqbul rejimni tanlash hamda unga boshqaruv signalining asossiz sakrashlarisiz o'tishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. Khamudkhanova, Idriskhodjaeva va Kholbutayeva ko'p dvigatelli suv ko'tarish agregatining rostlanadigan elektr yuritmasi uchun avtomatik boshqarish tizimini ko'rib chiqqan. Ishda faza rotorli asinxron dvigatellar, rotor zanjiri bo'yicha elektr bog'lanish va umumiy inverter asosidagi tuzilma bayon etilgan [2]. Mazkur natija tezlikni avtomatik rostlashning texnik asosini ko'rsatadi. Bunday yuritma yechimini boshqa stansiyaga qo'llashdan oldin uning elektr sxemasi va dvigatel turiga mosligini tekshirish talab etiladi.

Wang va hammualliflar suv taqsimlash tizimida iqtisodiy modelga asoslangan bashoratli boshqarishni taklif etgan. Ular prognoz gorizontida ishlaydigan nasoslar sonini butun sonli qaror





o'zgaruvchisi sifatida tanlagan, suv talabini va vaqt bo'yicha o'zgaruvchi elektr tarifini hisobga olgan. Hisoblash Richmond Pruned tarmog'i va EPANET modeli asosida bajarilgan [3]. Ushbu ish nasoslarni tanlash qarorini prognoz bilan bog'lash mumkinligini ko'rsatadi. Tarif bo'yicha xarajatning kamayishi fizik energiya sarfining aynan shu miqdorda kamayishini anglatmaydi.

Elhay va hammualliflar parallel nasoslar guruhini tarmoq modelidan ajratib, avval tarmoqning zarur sarf va naporini, so'ng mahalliy nasoslar tarkibi va tezligini aniqlash yondashuvini ishlab chiqqan [4]. Brattley va Weaver esa rekursiv identifikatsiyaga asoslangan rostlagichlar parametrlarini qachon yangilashga ruxsat berishni nazorat qiluvchi Q-learning usulini ikki konturli nasos stansiyasi simulyatsiyasida tekshirgan [5]. Ikkinchi ish boshqarish konturlarining bir vaqtning o'zida moslashishi o'zaro ta'sirni kuchaytirishi mumkinligiga e'tibor qaratadi. Ushbu manbalar tezlik rostlash, agregat tanlash va parametr yangilash bo'yicha mavjud yechimlarni ifodalaydi. Maqolada ularning g'oyalari o'lchov sifatini tekshirish, fizik cheklovlarni saqlash va yangi rostlagichga uzluksiz o'tish tartibi bilan birlashtiriladi. Tadqiqot yo'nalishi sifatida modelning sifatini baholash natijasi yuqori daraja qarorlariga va quyi daraja sozlamalariga qanday uzatilishi formal belgilanadi. Taklifning ilmiy yangiligini baholash uchun aynan ushbu tartibning mavjud usullarga nisbatan qo'shimcha samarasini tajribada ajratib ko'rsatish kerak

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqot obyekti umumiy kollektor orqali suv uzatuvchi parallel markazdan qochma nasoslar guruhi, ularning elektr yuritmalari va boshqarish tizimidir. Ko'rib chiqiladigan variantda tanlangan faol agregatlar uchun umumiy normallashtirilgan tezlik signali qo'llanadi. Har bir dvigatelning haqiqiy tezligi shu signal va nominal tezlik orqali aniqlanadi. Bu yechim faqat birgalikda boshqarishga mos yuritmalar va nasos tavsiflari uchun qabul qilinadi. Mustaqil tezlik topshiriqlari talab etiladigan turli yuritmalar holati kengaytirilgan modelni talab qiladi.

Tadqiqot predmeti agregatlar tarkibini tanlash, o'lchovlardan model parametrlarini aniqlash va PI rostlashni muvofiqlashtirish algoritmlaridir. Metodologiya fizik modellashtirish, cheklangan eng kichik kvadratlar usuli, prognoz gorizontida optimallashtirish va mahalliy chiziqli barqarorlik tahliliga asoslanadi. Qiyosiy tekshirish uchun kompyuter modeli, takroriy laboratoriya tajribalari va statistik baholash usullari belgilanadi. Natijalar matematik ifodalar va analitik xulosalardan iborat; empirik samaradorlik alohida sinovlar orqali aniqlanadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Nasos stansiyasining matematik modeli. Har bir nasosning ulanish holati u bilan belgilanadi va 0 yoki 1 qiymat oladi. Faol nasosning suv sarfi q , guruhning jami sarfi Q bo'lsin. Chiqish rezervuari mavjud bo'lgan sxemada uning suv sathi h , shu sathdagi kesim yuzasi A va iste'mol sarfi d quyidagi balans orqali bog'lanadi. Faol bo'lmagan nasosning sarfi nolga teng deb olinadi.





$$Q(t) = \sum_{i=1}^N u_i(t) q_i(t), \quad A(h) \frac{dh}{dt} = Q(t) - d(t) \quad (1)$$

Bu yerda sarflar m^3/s , vaqt s , sath m va yuza m^2 birliklarida ifodalanadi. Chiqish rezervuari bo'lmagan tarmoqda sath tenglamasi o'rniga tugunlar suv balansi va bosim cheklovlari qo'llanadi. Binobarin, balans modelining shakli tanlangan texnologik sxemaga moslashtiriladi.

Normallashtirilgan tezlik α har bir mos yuritma tezligining nominal qiymatiga nisbatidir. O'zgarmas ishchi g'ildirak diametrda nasosning nominal sarf va napor tavsifi H_0 orqali tezlikka mos tavsif quyidagicha yoziladi. Kvadratik ifoda ishlab chiqaruvchi tavsifi yoki o'lchovlar bilan tasdiqlangan ish diapazonida yaqinlashtirish sifatida ishlatiladi [1, 7].

$$H_i(q_i, \alpha) = \alpha^2 H_{i0}(q_i/\alpha) \approx a_i \alpha^2 - b_i q_i^2 \quad (2)$$

a va b nasos tavsifining musbat koeffitsiyentlari; ularning birliklari tanlangan sarf birligiga bog'liq. Quvur tarmog'i uchun soddalashtirilgan napor talabi statik tarkibiy qism va sarfga bog'liq yo'qotishdan iborat bo'ladi. Hst manba sathi h_s hamda chiqish sharoitini, R esa ekvivalent gidravlik qarshilikni ifodalaydi. Umumiy kollektor sharoitida faol nasoslarning napori shu tarmoq talabiga tenglashtiriladi.

$$H_{\text{net}} = H_{\text{st}}(h, h_s) + RQ|Q|, \quad H_i = H_{\text{net}} (u_i = 1) \quad (3)$$

Ko'p tarmoqli sxemada bitta R koeffitsiyenti o'rniga quvurlar va tugunlar modeli ishlatiladi. Oddiy model ish nuqtasini va boshqarish qarorlarini tez hisoblashga xizmat qiladi; gidravlik zarba kabi tez jarayonlarni ifodalash uchun alohida dinamik model zarur. Nasosning elektr quvvati gidravlik quvvat, foydali ish koeffitsiyentlari va yordamchi iste'mol orqali ifodalanadi.

$$P_{\text{tot}} = \sum_{i=1}^n (u_i = 1) \left(\rho g q_i H_i / (\eta_{(p,i)} \eta_{(m,i)} \eta_{(v,i)}) \right) + P_{\text{aux}} \quad (4)$$

ρ suv zichligi, g erkin tushish tezlanishi, η_p nasosning, η_m dvigatelning va η_v chastota o'zgartirgichning foydali ish koeffitsiyentidir. SI birliklarida quvvat W da olinadi. Yordamchi quvvat P_{aux} o'lchov chegarasiga kiradigan qo'shimcha iste'molni ifodalaydi. Samaradorlik koeffitsiyentlari ish nuqtasiga bog'liq tavsif yoki o'lchovlar bilan aniqlanadi. Uchta koeffitsiyentni umumiy quvvat o'lchovidan mustaqil aniqlash imkoni bo'lmasa, ularning ko'paytmasi umumiy samaradorlik sifatida baholanadi.

Model parametrlarini yangilash. Modelni yangilashdan oldin sarf, napor yoki bosim, sath, tezlik va quvvat o'lchovlarining vaqti sinxronlashtiriladi. Ishlamayotgan datchik qiymati, keskin chetlanish va qurilma diapazonidan tashqaridagi qiymat belgilab qo'yiladi. Filtrlashning kechikishi boshqarish tahliliga kiritiladi. Nasos napori faqat chiqish bosimidan olinmaydi; so'rish va chiqish sharoitlari, zarur bo'lsa balandlik hamda tezlik napori tuzatmalari hisobga olinadi.



Kvadratik tavsif uchun parametrlarni fizik cheklovlar bilan baholash (5) ifoda orqali yoziladi. L baholash oynasi uzunligi, λ unutish koeffitsiyenti bo'lib 0 dan katta va 1 dan oshmaydi. w o'lchovga ishonchlilik vazni; yaroqsiz yozuv uchun u nolga tenglashtiriladi. Θ ishlab chiqaruvchi ma'lumotlari va ruxsat etilgan ish diapazoni bilan belgilangan parametrlar to'plamidir. Hisoblash oynali usulda yoki unga mos rekursiv algoritmi bilan bajarilishi mumkin.

$$\begin{aligned}\hat{\theta}_i &= \underset{\theta \in \Theta_i}{\operatorname{argmin}} \sum_{j=k-L+1}^k w_j \lambda^{k-j} [H_{i,j} - \varphi_{i,j}^T \theta]^2, \\ \varphi_{i,j} &= \begin{pmatrix} \alpha_j^2 \\ -q_{i,j}^2 \end{pmatrix}, \quad \theta_i = \begin{pmatrix} a_i \\ b_i \end{pmatrix}.\end{aligned}\quad (5)$$

Parametrlarni qabul qilish uchun regressorlarning normallashtirilgan axborot matritsasi yetarli darajada to'liq bo'lishi kerak. Tezlik va sarf deyarli o'zgarmagan davrdagi o'lchovlar ikki parametrga ishonchli ajratishga yetmasligi mumkin. Yangi parametrlar fizik chegaraga mos kelganda, o'zgarish miqdori ruxsat etilgan chegaradan oshmaganda va alohida tekshirish oynasidagi qoldiq xatoni belgilangan mezon bo'yicha kamaytirganda qabul qilinadi. Chegaralar datchik aniqligi va jarayon xususiyatidan kelib chiqib belgilanadi.

Jami sarf datchigi har bir parallel nasosning individual sarfini bevosita bermaydi. Shuning uchun individual tavsiflarni identifikatsiyalash uchun alohida sarf o'lchovi yoki bittadan agregat ishlatib bajariladigan ruxsat etilgan kalibrlash rejimi talab qilinadi. Bunday ma'lumot bo'lmasa, tanlangan agregatlar tarkibi uchun ekvivalent stansiya modeli baholanadi. Lokal dinamik modelning vaqt doimiysi esa statik sarf va napor tavsifidan olinmaydi; u o'tish jarayoni yozuvlaridan alohida aniqlanadi.

Ikki darajali boshqarish va qaror qabul qilish

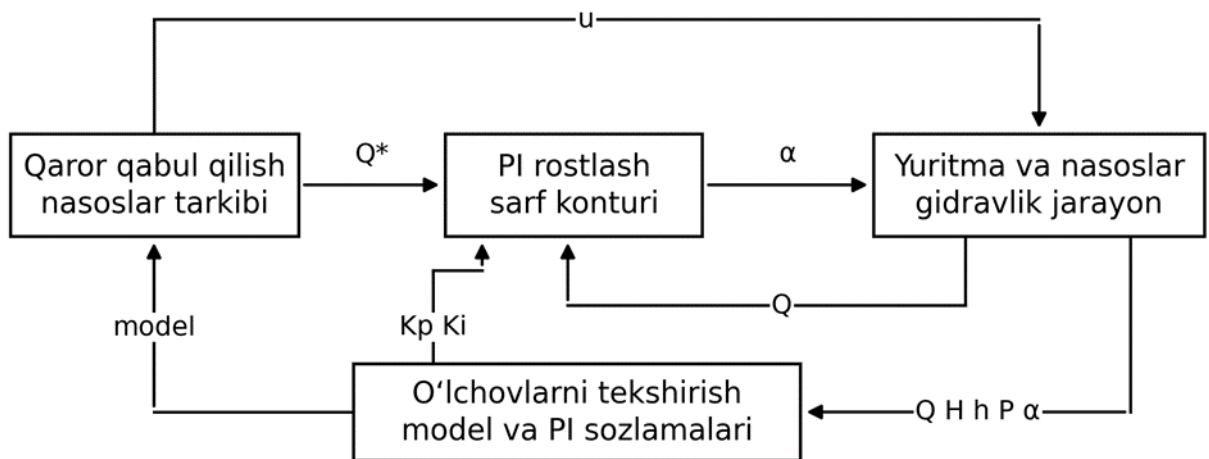
Yuqori daraja M qadamli prognoz gorizontida agregatlar tarkibi va ruxsat etilgan ish nuqtalarini hisoblaydi. Unda energiya sarfi, sarf topshirig'idan chetlanish va nasoslarni ishga tushirishlar hisobga olinadi. Quyidagi mezon fizik energiyani baholaydi. Agar tarif bo'yicha xarajat ham tahlil qilinsa, u alohida mezon sifatida kiritiladi.

$$\begin{aligned}J &= w_E J_E + w_Q J_Q + w_S J_S, \\ J_E &= \sum_{k=0}^{M-1} \frac{P_{\text{tot}}(k) \Delta T}{E_0}, \\ J_Q &= \sum_{k=0}^{M-1} \left(\frac{Q(k) - \bar{Q}(k)}{Q_0} \right)^2, \quad J_S = \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{i=1}^N s_i(k).\end{aligned}\quad (6)$$

ΔT yuqori daraja hisoblash qadami, E_0 energiya uchun J dagi normallashtirish qiymati va Q_0 sarf masshtabidir. Musbat vaznlar w_E , w_Q va w_S texnologik ustuvorlikka ko'ra tanlanadi. $\bar{Q}$ prognoz qilingan sarf talabi; s nasosning ayni qadamda 0 holatdan 1 holatga o'tishini ko'rsatuvchi binar o'zgaruvchidir. Energiya mezonini normallashtirish turli birlikdagi hadlarni solishtirish imkonini beradi. Vaznlar bo'yicha sezgirlik alohida tekshiriladi.

Optimallashtirish suv balansi va gidravlik tenglamalarga, zarur naporga, manba hamda rezervuar sathlari chegaralariga, ruxsat etilgan sarf va tezlik diapazoniga bo'ysunadi. Mavjud bo'lmagan yoki ta'mirdagi agregatni ishga ulash taqiqlanadi. Kavitatsiya zaxirasi, motor toki yoki quvvati, minimal ishlash va to'xtash vaqti ishlab chiqaruvchi talablari bilan belgilanadi. Texnologiya uchun ruxsat etilgan sarf xatosi optimallashtirishga cheklov sifatida kiritiladi. Muhim texnik chegaralar faqat jarima vazni bilan almashtirilmaydi.

Hisoblangan ketma-ketlikning birinchi agregat tarkibi u va jami sarf topshirig'i Q^* quyi darajaga uzatiladi. Quyi daraja tanlangan tarkib saqlanayotgan davrda umumiy tezlik signali orqali jami sarfni rostlaydi. Bosim yoki napor shu variantda alohida ruxsat etilganlik cheklovidir. Bitta tezlik signali bilan sarf va bosimga o'zaro bog'liq bo'lmagan ikkita topshiriqni bir vaqtda bajarish talab qilinmaydi.



1-rasm. Qaror qabul qilish va sarfni rostdash tuzilmasi

1 rasmdagi tuzilmada modelni yangilash natijasi yangi agregat tarkibini hisoblashga uzatiladi. PI sozlamalari esa faqat lokal dinamik model tekshirilib, o'tish jarayoni kuzatilganidan keyin yangilanadi. Qaror hisoblash qadami quyi kontur o'tish jarayonidan kelib chiqib tanlanadi. Ikki daraja orasidagi vaqt farqi o'z-o'zidan umumiy tizim barqarorligini kafolatlamaydi.

Algoritmnin bajarilish tartibi. Har bir boshqarish siklida avval o'lchovlar va agregatlar mavjudligi tekshiriladi. Yaroqli ma'lumotlar orqali yangi model baholanadi va qabul qilish mezonlari bajarilsa parametrlar almashtiriladi. Shundan so'ng mavjud tarkiblar va ish nuqtalari texnik cheklovlar bo'yicha saralanib, mezonning eng kichik ruxsat etilgan qiymati tanlanadi. Agregatlar minimal ishlash va to'xtash vaqtlariga muvofiq ulanadi yoki uziladi. Yangi tarkib uchun sarf topshirig'i tezlik o'zgarish chegarasi bilan bajariladi. PI koeffitsiyentlari zarur bo'lsa, o'tish jarayoni tugagach va dinamik model sifati tasdiqlangach yangilanadi. Agar hisoblash belgilangan vaqtda tugamasa yoki ruxsat etilgan yechim topilmasa, avvalgi rejim joriy sharoitda qayta



tekshiriladi. U cheklovlarga mos kelgandagina saqlanadi. Mos kelmasa, stansiyaning oldindan tasdiqlangan zaxira yoki himoya tartibi ishga tushadi. Talabni bajarish imkoni qolmagan holat qayd etiladi va operatorga uzatiladi. Bu holat energiya samaradorligi natijasi sifatida hisoblanmaydi.

PI rostlagich va mahalliy barqarorlik. Quyi darajada sarf xatosi ε asosida PI rostlagich ishlaydi. α_0 tanlangan tarkib va ish nuqtasi uchun bazaviy tezlik, I integral tarkibning boshqaruv signaliga qo'shadigan ulushidir. Chiqish signali yuritma uchun ruxsat etilgan tezlik oraliqda chegaralanadi.

$$v = \alpha_0 + K_p \varepsilon + I, \quad \alpha = \text{sat}_{[\alpha_{\min}, \alpha_{\max}]}(v), \quad \varepsilon = Q^* - Q \quad (7)$$

Chegaralangan tezlikda integral tarkibning ortib ketishini kamaytirish uchun chiqish cheklovidan qayta aloqa qo'llanadi. Bu anti-windup tuzilmasi bajaruvchi qurilma to'yinishini hisobga olishga xizmat qiladi [6]. Tezlikning o'zgarish sur'ati ham cheklangan bo'lsa, qayta aloqada aynan yuritmaga berilgan yakuniy buyruq ishlatiladi.

$$\frac{dI}{dt} = K_i \varepsilon + K_{aw}(\alpha - v), \quad K_{aw} > 0 \quad (8)$$

Mahalliy barqarorlikni tekshirish uchun agregatlar tarkibi o'zgarmaydigan, tezlik chegarasi faol bo'lmagan va sezilarli sof kechikish yo'q deb olinadigan ish nuqtasi qaraladi. Tezlikning kichik o'zgarishidan sarfga uzatish birinchi tartibli model bilan ifodalansin. K musbat statik kuchaytirish koeffitsiyenti, τ musbat vaqt doimiysi va s Laplas operatoridir. Bu modelning mosligi o'tish jarayoni ma'lumotlari bilan tekshiriladi.

$$G(s) = \frac{K}{\tau s + 1}, \quad C(s) = K_p + \frac{K_i}{s} \quad (9)$$

Birlik manfiy teskari aloqada $1 + G(s)C(s) = 0$ shartidan yopiq kontur xarakteristik tenglamasi kelib chiqadi.

$$\tau s^2 + (1 + KK_p)s + KK_i = 0 \quad (10)$$

Ikkinchi tartibli polinom uchun $\tau > 0$, $1 + KK_p > 0$ va $KK_i > 0$ shartlari ildizlarning haqiqiy qismlari manfiy bo'lishiga teng kuchli. $K > 0$ bo'lganda $K_p \geq 0$ va $K_i > 0$ ushbu shartlarni qanoatlantiradi. Bu analitik natija tanlangan lokal model va o'zgarmas koeffitsiyentlar uchun olinadi. U tarkiblar almashadigan, cheklovlari faol yoki kechikishi katta bo'lgan tizimning global barqarorligi haqidagi da'voni bermaydi.

Talab etilgan so'nish koeffitsiyenti ζ va tabiiy chastota ω_n bo'yicha lokal polinom koeffitsiyentlarini tenglashtirish quyidagi sozlash ifodalarini beradi. Oxirgi shart K_p ning manfiy bo'lmashligi uchun kiritilgan. So'nish va chastota quvvat, tezlik hamda o'tish jarayoni cheklovlari bilan birgalikda tanlanadi.





$$K_p = \frac{2\zeta\omega_n\tau-1}{K}, \quad K_i = \frac{\tau\omega_n^2}{K}, \quad 2\zeta\omega_n\tau \geq 1 \quad (11)$$

Modelning K va τ parametrlari yangilanganda (11) yangi koeffitsiyentlarni hisoblashga imkon beradi. Biroq o'lchov noaniqligi, diskretlash qadami va kechikish hisobga olinmasa, ushbu hisoblangan sozlama amaliy kontur uchun yetarli bo'lmaydi. Diskret amalga oshirishda xarakteristik ildizlarning birlik doira ichida joylashishi, to'yinish va tezlik o'zgarish chegaralari alohida tekshiriladi.

Yangi sozlama yoki yangi bazaviy tezlikka o'tishda oldingi tezlik buyrug'ini saqlash uchun integral holat (12) ifoda orqali boshlang'ichlanadi. Bunda yangi sarf topshirig'i berilganidan keyingi xato ε_{new} va oldingi yakuniy buyruq α_{prev} ishlatiladi.

$$I_{\text{new}} = \alpha_{\text{prev}} - \alpha_{0,\text{new}} - K_{p,\text{new}}\varepsilon_{\text{new}} \quad (12)$$

Ifodani (7) ga qo'yish $v_{\text{new}} = \alpha_{\text{prev}}$ tengligini beradi. Oldingi buyruq yangi ruxsat etilgan tezlik oralig'ida bo'lsa, boshlang'ich chiqish uzluksiz qoladi. Yangi texnik chegara eski buyruqni ruxsat etmasa, signal shu chegaraga va o'zgarish sur'ati chekloviga moslashtiriladi. Buyruqning uzluksizligi nasosni mexanik ulashdagi gidravlik zarbani avtomatik bartaraf etmaydi; bunday jarayon alohida ko'riladi.

Birinchi natija qaror qabul qilish va avtomatik rostlashning aniq o'zgaruvchilar orqali ajratilishidir. Yuqori daraja u va Q^* ni beradi, quyi daraja esa α ni bajaradi. Bu ajratish sarf rostlagichiga boshqarish imkoniyatidan tashqari bosim topshirig'i yuklanishini oldini oladi. Zarur napor agregatlar tarkibi va ish nuqtasini tanlashda tekshiriladi. Shu bilan birga, nasosning ruxsat etilgan ish sohasi energetik mezonga mos rejimdan ustun turadi.

Ikkinchi natija modelni yangilashning faqat yangi o'lchov kelishi bilan belgilanmasligidir. O'lchov sifati, identifikatsiya uchun ma'lumot yetarliligi, fizik chegaralar va alohida tekshirish xatosi parametrlarni qabul qilishning birgalikdagi mezoniga kiritildi. Natijada algoritmnining qaysi ma'lumotdan foydalangani va nima sababdan eski parametrni saqlagani tekshiriladigan yozuvga aylantiriladi. Ushbu tartibning shovqin va model siljishiga ta'siri qiyosiy sinov orqali baholanishi kerak.

Uchinchi natija PI konturi uchun mahalliy barqarorlik shartlari va parametrlar almashtirilganda integral holatni qayta boshlang'ichlash ifodasidir. Barqarorlik shartlari klassik chiziqli boshqarish tahliliga tegishli. Maqoladagi metodik takomillashtirish ularni modelni qabul qilish va agregatlar tarkibini almashtirish tartibi bilan bog'lashda ifodalanadi. Model yangilanishi bilan nasos almashtirilishini bir vaqtda bajarishdan saqlanish, minimal rejim davomiyligi va buyruqni uzluksiz uzatish amaliy algoritmnining bir qismi sifatida belgilandi.

Taklifning o'ziga xos hissasini aniqlash uchun faqat yakuniy algoritmni oddiy sath boshqaruvi bilan solishtirish yetarli emas. Modelni yangilash, nasos tanlash va PI parametrlarini





muvofiglashtirishning hissalari alohida taqqoslanadi. Prognoz modeli noto'g'ri bo'lsa yoki barcha nasoslar zarur sarfni bir xil samaradorlik bilan bersa, qaror qabul qilish darajasidan katta energiya foydasi olinmasligi mumkin. Metodik tuzilma energiya tejallishi miqdorini oldindan belgilamaydi.

Qiyosiy sinov metodikasi. Kompyuter sinovida quvur tarmog'ining gidravlik ish nuqtalari EPANET 2.2 yordamida tekshirilishi mumkin. Dastur nasoslar, rezervuarlar, tugun bosimlari, sarflar va energiya hisoblarini modellashtirishni qo'llab-quvvatlaydi [7]. Quyi rostdash konturining tez dinamikasi alohida modelda hisoblanadi. EPANETning gidravlik vaqt qadamidagi hisoblari tez mexanik va gidravlik o'tish jarayonlarini o'lchov bilan tekshirish zaruratini bartaraf etmaydi.

Boshlang'ich sharoit, sarf talabi, zarur napor, tajriba davomiyligi va bajaruvchi qurilma chegaralari barcha variantlarda bir xil bo'lishi kerak. Chiqish rezervuari mavjud bo'lsa, yakuniy suv zaxirasi ham tenglashtiriladi. Aks holda, bir variantning rezervuarni kamroq to'ldirishi energiya samaradorligi sifatida noto'g'ri baholanishi mumkin. Yetkazilgan suv hajmi hamda xizmat talabi birgalikda tekshiriladi.

1 jadval

Boshqarish usulini tekshirish ssenariylari

Ssenariy	O'zgartiriladigan sharoit	Baholanadigan jihat
Talabning o'zgarishi	Sarf topshirig'ining bosqichli va davriy o'zgarishi	Sarf xatosi va o'tish jarayoni
Manba sathining o'zgarishi	Statik naporning o'zgarishi	Rejimning mosligi va energiya sarfi
Tarmoq qarshiligi	R koeffitsiyenti yoki quvur modeli o'zgarishi	Model yangilanishining hissasi
O'lchov sifati	Shovqin, chetlanish va yozuv uzilishi	Parametrni qabul qilish tartibi
Agregat mavjudligi	Bir nasosning mavjudligi o'zgarishi	Qayta tanlash va xizmat talabi
Amalga oshirish cheklovi	Kechikish, tezlik chegarasi va hisoblash muddati	Kontur barqarorligi va zaxira tartibi

Bazaviy variantlar sifatida sath bo'yicha ulash va uzish hamda o'zgarimas sozlamali PI boshqarish olinadi. Qo'shimcha ajratish sinovlarida yangilanmaydigan model bilan nasos tanlash, sozlamalarni mustaqil yangilash va to'liq muvofiglashtirilgan algoritim solishtiriladi. Natijalar bir





xil stansiya modeli va jihozlarda olinadi. Rostlagichlar uchun sozlashga berilgan imkoniyatlar hamda boshlang'ich shartlar hujjatlashtiriladi. Elektr energiyasi va suv hajmi vaqt bo'yicha sinxron yozuvlardan hisoblanadi. Quvvat W , vaqt s va sarf m^3/s birliklarida berilganda E kWh, V m^3 hamda solishtirma sarf eE kWh/ m^3 da olinadi.

$$E = \frac{1}{3.6 \cdot 10^6} \sum_{j=1}^n P_j \Delta t_j, \quad V = \sum_{j=1}^n Q_j \Delta t_j, \quad e_E = \frac{E}{V} \quad (13)$$

Solishtirma energiya sarfiga qo'shimcha ravishda sarfning o'rtacha kvadratik xatosi, bosim talabi bajarilmagan vaqt, ortiqcha rostlash, o'tish vaqti, ishga tushirishlar soni va qaror hisoblash vaqti baholanadi. Bazaviy va taklif etilgan usul orasidagi nisbiy farq (14) orqali yoziladi. Bu foiz faqat haqiqiy o'lchangan yoki bajarilgan hisoblash natijalari mavjud bo'lganda aniqlanadi.

$$\begin{aligned} RMSE_Q &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (Q_j - Q_j^*)^2}, \\ \Delta e_E &= 100 \frac{e_{E,base} - e_{E,method}}{e_{E,base}}. \end{aligned} \quad (14)$$

Tajribalarda bir xil ssenariylar takrorlanib, usullar orasidagi juft farqlar, o'rtacha qiymat, tarqoqlik va ishonch oralig'i hisoblanadi. Takrorlar soni dastlabki variatsiya va aniqlash talab etilgan farq asosida tanlanadi. Kalibrlash, rostlagichni sozlash va yakuniy baholash uchun ma'lumot to'plamlari ajratiladi. Hisoblashdagi tasodifiy shovqinlar va parametr o'zgarishlari laboratoriya o'lchovlarining o'rnini bosmaydi. Qaror algoritmining hisoblash vaqti uning belgilangan ish davridan oshmasligi tekshiriladi.

Qo'llanish shartlari va tadqiqot chegaralari. Tizimni amalda qo'llash uchun nasos tavsiflari, yuritmalar mosligi, datchik aniqligi, agregatlar mavjudligi va texnik cheklovlar bo'yicha ma'lumot zarur. Himoya signallari hamda qo'lda boshqarish imkoniyati amaldagi boshqarish tuzilmasi bilan muvofiqlashtiriladi. Optimallashtirish natijasi operatorga agregat tanlash sababi, asosiy cheklov va hisoblangan ish nuqtasi ko'rinishida tushuntirilishi mumkin. Qaror sababining qayd etilishi algoritmnini tekshirishga yordam beradi. Tadqiqot umumiy normallashtirilgan tezlik bilan ishlaydigan mos nasoslar guruhi va tasdiqlangan lokal ish diapazoni bilan cheklangan. Murakkab ko'p tarmoqli sxema, mustaqil yuritmalar, sezilarli kechikish, kavitatsiya dinamikasi va gidravlik zarba alohida modellashtirishni talab etadi. Umumiy gibril tizimning global barqarorligi hamda optimallashtirishning keyingi har bir qadamda ruxsat etilgan yechim topishi bu lokal tahlildan kelib chiqmaydi. Ularni alohida nazariy va tajribaviy asoslash zarur.

Xulosa. Nasos agregatlarini avtomatlashtirishni takomillashtirish uchun agregatlar tarkibini tanlash, model parametrlarini yangilash va sarfni PI orqali rostlashni bog'lovchi usul ifodalandi. Suv balansi, sarf va napor tavsifi hamda elektr quvvati bir xil birliklar va texnik cheklovlar asosida birlashtirildi. Qaror darajasi energiya sarfi bilan birga sarf talabi va ishga tushirishlarni hisobga oladigan mezon orqali belgilandi.





Birinchi tartibli lokal model uchun PI konturining barqarorlik shartlari chiqarildi. Parametrlar yoki bazaviy tezlik yangilanganda integral holatni qayta boshlang'ichlash boshqaruv buyrug'ining uzluksizligini saqlashi ko'rsatildi. Ushbu natijalar o'zgarmas agregat tarkibi, mos dinamik model va belgilangan ish sohasi doirasida amal qiladi.

Metodik hissa o'lchov sifati, parametrlarni qabul qilish shartlari va boshqarish darajalari o'rtasidagi o'tish tartibini formal belgilashdan iborat. Usulning energiya va rostlash sifatiga ta'siri teng suv hajmi, bosim talabi va yakuniy zaxira sharoitidagi qiyosiy sinovlarda aniqlanishi kerak. Keyingi tadqiqot bosqichi mazkur tartibning har bir qismini ajratib baholash, laboratoriya prototipini tekshirish va qo'llanish chegaralarini asoslashdan iborat.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. U.S. Department of Energy, Hydraulic Institute. Improving Pumping System Performance: A Sourcebook for Industry. Second Edition. May 2006. DOE/GO-102006-2079. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2014/05/f16/pump.pdf>
2. Khamudkhanova N., Idriskhodjaeva M., Kholbutayeva K. Construction principle of automatic control system adjustable multi-engine drive water lift pump unit. E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 384. Article 01057. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338401057>
3. Wang Y., Yok K. T., Wu W., Simpson A. R., Weyer E., Manzie C. Minimizing Pumping Energy Cost in Real-time Operations of Water Distribution Systems using Economic Model Predictive Control. arXiv preprint 2010.07477. 2020, revised 2021, version 3. <https://arxiv.org/abs/2010.07477v3>
4. Elhay S., Fischer M., Piller O., Deuerlein J., Simpson A. R. Modelling flow and pressure controlled pump stations with application to optimal pump scheduling. Cambridge Prisms: Water. 2025. Vol. 3. Article e11. P. 1–9. <https://doi.org/10.1017/wat.2025.10005>
5. Brattley D. A., Weaver W. W. Decentralized Q-Learning Supervisory Control for Coordinated Multi-Loop Tuning in Pump Stations. Machines. 2026. Vol. 14. No. 3. Article 299. <https://doi.org/10.3390/machines14030299>
6. Åström K. J., Murray R. M. Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. Princeton University Press. 2008. https://www.cds.caltech.edu/~murray/FBS/First_Edition.html
7. Rossman L., Woo H., Tryby M., Shang F., Janke R., Haxton T. EPANET 2.2 User Manual. U.S. Environmental Protection Agency. 2020. EPA/600/R-20/133. <https://usepa.github.io/EPANET2.2/>

